Deux Mémoires sur la Physiologie de la Moelle Épinière.

Par le Docteur Brown-Séquard.

à mon ami
Émile Gardin
Pasteur

4/6

DEUX MÉMOIRES
SUR LA PHYSIOLOGIE
DE LA
MOELLE ÉPINIÈRE,

lus à l'Académie des sciences, le 27 août et le 24 septembre 1855,

PAR

LE DOCTEUR E. BROWN-SÉQUARD,

Lauréat de l'Académie des sciences,
ex-professeur de physiologie au collége médical de Richmond (États-Unis),
ex-secrétaire de la Société philomatique et de la Société de Biologie,
membre de l'American philosophical Society de Philadelphie, etc.

Mémoires communiqués à la Société de Biologie
en mai, juin et juillet 1855.

EXTRAITS

DE LA GAZETTE MÉDICALE DE PARIS. — ANNÉE 1855.

Paris. — Imprimé par E. THUNOT et Ce, 26, rue Racine.

RECHERCHES

SUR LA VOIE DE TRANSMISSION

DES IMPRESSIONS SENSITIVES

DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE.

L'existence de paralysies isolées de la sensibilité ou du mouvement volontaire a dû conduire, de tous temps, nombre de médecins à se demander si les parties des centres nerveux et des nerfs servant à la sensibilité ne sont pas distinctes de celles qui servent aux mouvements volontaires. Mais il semble qu'il ait été réservé à notre siècle de formuler nettement le principe de ces différences. C'est à Alexandre Walker qu'appartient le mérite d'avoir le premier émis nettement l'idée que des parties distinctes, dans les nerfs et dans la moelle, servent les unes aux mouvements volontaires, les autres à la transmission des impressions sensitives. Il s'exprime en ces termes à cet égard (1) : « Comme dans quelques cas la sensation existe sans la volition, et comme tous les nerfs naissent par des filaments distincts, je

(1) ARCHIVES OF UNIVERSAL SCIENCE. July, 1809, p. 172.

crois que partout où une partie, à la fois sensible et soumise à la volonté, reçoit un tronc nerveux, celui-ci contient un nerf pour la sensation et un nerf pour la volition, etc. » Ailleurs, l'auteur dit : « L'action commence dans les organes sensibles, passe à la moelle par les racines antérieures des nerfs spinaux, qui sont conséquemment les nerfs de sensation, et monte le long des colonnes antérieures de la moelle ; » et de plus l'action volontaire « descend le long des colonnes postérieures de la moelle, et va se répandre par les racines postérieures, qui sont conséquemment les nerfs de volition, etc. »

Quelques années après le premier travail de Walker, Charles Bell fit imprimer, à un très-petit nombre d'exemplaires, un livre dans lequel il émit des idées analogues, en principe, à celles de Walker. Mais malgré les analogies doctrinales existant entre les théories de ces deux physiologistes, une différence radicale existait entre elles relativement aux parties servant aux sensations et aux volitions. Charles Bell attribua aux cordons et racines antérieurs ce qui avait été attribué aux postérieurs par Walker, et il crut que les racines et cordons postérieurs avaient la fonction que Walker avait attribuée aux antérieurs.

A Charles Bell appartient la gloire d'avoir le premier donné un commencement de démonstration des différences fonctionnelles des deux ordres de racines des nerfs spinaux. Quant aux cordons (faisceaux ou colonnes) de la moelle épinière, les recherches de Ch. Bell se bornent à une expérience insignifiante et à quelques données anatomiques. Il dit à ce sujet (1) : « J'ai trouvé qu'une blessure faite à la partie antérieure de la moelle épinière *convulsait* l'animal d'une manière plus certaine qu'une blessure de la portion postérieure ; mais j'ai trouvé très-difficile de faire l'expérience sans blesser à la fois les deux portions. »

Ch. Bell ayant admis d'abord que les racines postérieures se continuaient avec les cordons postérieurs de la moelle, crut que ces cordons avaient la même fonction que ces racines ; mais ayant ensuite cru voir que les racines postérieures se continuent avec les cordons latéraux de la moelle, il changea d'avis, et admit que la transmission des impressions s'opère par les cordons latéraux. Une autre raison de ce

---

(1) IDEA OF A NEW ANATOMY OF THE BRAIN, cité *in* THE NERVOUS SYSTEM, by sir Ch. Bell ; 3e éd., 1844, p. 443.

changement d'opinion était que les cordons postérieurs ne se rendent pas au cerveau, mais au cervelet, lequel n'est pas l'organe des perceptions (1).

Après la publication des premiers mémoires de Ch. Bell et de son beau-frère, John Shaw, en 1821 et 1822, des recherches nouvelles furent entreprises par un grand nombre d'expérimentateurs, et il fut bientôt parfaitement démontré par J. Müller sur des batraciens et par Seubert, Valentin et Panizza sur des mammifères, que les racines antérieures des nerfs spinaux sont les seules voies de transmission des ordres de la volonté aux muscles, et que les racines postérieures sont les seules voies de transmission des impressions sensitives au sensorium. En 1839, les différences que M. Magendie avait souvent constatées dans ces expériences sur les racines antérieures, lui furent expliquées, et il s'assura que ce n'est pas directement, mais seulement par récurrence, que ces racines paraissent sensibles. La seule difficulté qui restait encore à l'égard des propriétés des racines se trouva ainsi éclaircie. Cette sensibilité apparente des racines antérieures que M. Magendie appela récurrente a été reconnue par un grand nombre de physiologistes et surtout par Kronemberg, Volkmann, M. Cl. Bernard, M. Schiff et nous-même. Il est impossible aujourd'hui de nier son existence, et nous pouvons ajouter que, avec les connaissances que nous avons maintenant des phénomènes galvaniques qui accompagnent la contraction musculaire, il est très-facile d'expliquer cette apparence de sensibilité. Dans un travail spécial à ce sujet, nous avons essayé de montrer que c'est parce qu'elles sont motrices que les racines antérieures produisent de la douleur quand on les excite (2)

Mais si les questions relatives aux fonctions des divers ordres de racines spinales sont résolues, il n'en est pas de même à l'égard des fonctions des diverses parties de la moelle épinière, considérée comme organe de transmission.

Il n'y a peut-être pas de question dans les sciences médicales qui ait été l'objet d'un plus grand nombre d'opinions, que celle de savoir quelle partie de la moelle épinière transmet les ordres de la volonté

---

(1) Voyez à ce sujet deux des derniers mémoires de Ch. Bell, *in* THE NERVOUS SYSTEM ; 3e éd., 1844, p. 207 et 231, et surtout les pages 238 et 239.

(2) Voyez GAZETTE MÉDICALE DE PARIS, 1851, p. 209, et COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE, 1850, p. 171.

aux muscles, et quelle partie de cet organe transmet les impressions au sensorium.

A l'égard de la transmission des impressions, les diverses opinions que nous allons exposer ont été émises tour à tour.

1° Les cordons postérieurs de la moelle épinière sont les seules voies de transmission des impressions sensitives, suivant Backer, Kuerschner et M. Longet.

2° La substance grise centrale est la seule voie de transmission des impressions sensitives, suivant Bellingeri.

3° La portion postérieure de la substance grise est seule chargée de la transmission des impressions sensitives, suivant Stilling.

4° Les cordons latéraux sont les seules voies de transmission des impressions sensitives, suivant Ludwig Türck.

5° Les cordons postérieurs sont la principale voie de transmission des impressions sensitives; mais la substance grise, probablement par les fibres blanches qu'elle contient, est aussi capable de transmission, suivant Eigenbrodt.

6° La substance grise et les cordons postérieurs sont les voies de transmission des impressions sensitives et l'une de ces parties peut suppléer à l'autre, suivant Schiff.

7° Toutes les parties de la moelle épinière peuvent conduire les impressions sensitives, suivant Rolando et M. Calmeil.

D'où vient que des opinions si contradictoires aient pu être émises à propos d'une question qui peut sembler, *à priori*, si facile à résoudre par l'expérimentation? Cela vient surtout de l'ignorance de l'une ou de plusieurs des circonstances suivantes par les expérimentateurs qui se sont occupés de cette question :

1° L'existence des mouvements réflexes;

2° L'existence de la transmission croisée des impressions sensitives dans la moelle épinière;

3° La possibilité de l'existence de la faculté de transmettre les impressions dans une partie dénuée de sensibilité;

4° La possibilité de mettre la moelle épinière à nu sans produire une trop grande hémorrhagie et sans épuiser la sensibilité de l'animal.

En France, le progrès de la science a été enrayé pendant les quinze dernières années par suite de l'ignorance de ces deux dernières particularités.

Un physiologiste distingué, dont l'opinion a fait loi pendant cette période, s'exprime en ces termes, à propos de la mise à nu de la moelle épinière : « Tous les expérimentateurs qui ont ouvert le rachis sur les animaux adultes des classes supérieures, doivent savoir qu'aussitôt que la moelle spinale, même encore entourée de son liquide et de la dure-mère, a été mise à nu dans la région des lombes, il survient déjà un tel affaiblissement de l'action nerveuse que les animaux ne se soutiennent plus sur leur train postérieur, et que la sensibilité y devient à peine appréciable. Mais, dans l'intention de diviser isolément tel ou tel faisceau, à peine a-t-on incisé la dure-mère et donné écoulement au liquide cérébro-spinal, que cet état fâcheux se prononce davantage; l'animal tombe sur son train de derrière frappé de paralysie, et les téguments peuvent en être profondément incisés sans qu'il s'éveille, d'une manière apparente, aucune sensation douloureuse. Dans de pareilles conditions, comment pouvoir arriver à la certitude que l'animal a conservé encore ou perdu le mouvement ou la sensibilité par la section de l'un ou de l'autre faisceau médullaire, puisque déjà la faculté de sentir et celle de se mouvoir n'existent plus d'une manière appréciable (1)? »

Certes, si la mise à nu de la moelle avait l'influence que lui attribue le physiologiste dont nous venons de rapporter les paroles, il serait absolument impossible de faire des recherches sur la sensibilité, après la section de telle ou telle partie de cet organe.

Mais heureusement il n'en est pas ainsi, et quand on a réussi à opérer très-vite et de manière à n'épuiser les animaux en expérience ni par des douleurs trop prolongées ni par une hémorrhagie considérable, on les trouve parfaitement sensibles et très-capables de marcher et même de courir après que leur moelle épinière a été mise à nu. S'il arrive quelquefois qu'un peu d'épuisement existe après l'opération, on n'a qu'à attendre quelque temps et l'animal ne tarde pas à redevenir très-sensible.

Des théories émises jusqu'ici à l'égard de la voie de transmission des impressions sensitives, celle qui a prévalu en France est peut-être celle qui avait en sa faveur le moins de faits. M. Longet, qui croyait l'avoir établie d'une manière définitive, ne s'est fondé pour cela que sur des

---

(1) TRAITÉ DE PHYSIOL., par F.-A. Longet, t. II, B., 1850, p. 186.

expériences et sur des faits pathologiques, qui ne pouvaient pas, ainsi que nous allons le montrer, servir de base à cette théorie.

Voici d'abord quelles étaient les expériences de M. Longet : il coupait la moelle épinière en travers sur un chien, à la région lombaire. Des deux parties de la moelle, ainsi séparées l'une de l'autre, il en nommait une, la supérieure, segment céphalique, et l'autre segment caudal. Quand il appliquait le galvanisme à la surface de section des cordons postérieurs sur le segment céphalique, l'animal criait et s'agitait; d'où l'expérimentateur concluait que les cordons postérieurs sont sensibles. Il appliquait ensuite le courant sur les cordons antéro-latéraux, sur le même segment, et l'animal alors ne donnait aucun signe de douleur ; d'où l'on concluait que ces cordons ne sont pas sensibles.

Dans d'autres expériences, M. Longet excitait la substance grise mécaniquement et par l'électricité, et il trouvait que cette partie de la moelle n'est pas sensible.

En appliquant le galvanisme sur le segment caudal de la moelle, il trouvait que l'excitation des cordons postérieurs ne produisait pas de mouvements, tandis que celle des cordons antéro-latéraux en produisait.

Les résultats de ces expériences, ainsi que ceux de quelques autres analogues sur les racines des nerfs rachidiens, ont paru à M. Longet aussi décisifs que possible, et il s'exprime en ces termes à leur égard : « Nous ne craignons pas d'affirmer que les expériences qui les ont révélés peuvent prendre place à côté des meilleures que la physique possède, et qu'enfin ils établissent, entre les faisceaux de la moelle, des différences aussi incontestables que celles qui existent entre les deux ordres de racines des nerfs spinaux (1). »

Nous avons répété ces expériences et nous exposerons ailleurs ce que nous avons observé : nous nous bornerons à dire ici qu'elles ne donnent et ne peuvent donner que des résultats confus, par suite de l'impossibilité où l'on est d'empêcher des courants dérivés d'aller exciter d'autres parties que celles que l'on veut exciter.

Mais, quoi qu'il en soit, admettons que ces expériences aient positivement démontré que les cordons postérieurs sont sensibles et qu'il n'y a pas d'autre partie sensible dans la moelle épinière. Peut-on conclure de là que les cordons postérieurs sont les seules voies de trans-

(1) TRAITÉ D'ANAT. ET DE PHYSIOL. DU SYST. NERV., t. I, p. 275.

mission des impressions sensitives dans la moelle? Assurément non, à moins que l'on n'ait démontré que la transmission des impressions ne peut se faire que par une partie sensible.

Non-seulement M. Longet n'a pas démontré cela, mais encore il n'a pas même essayé de le démontrer, et, de plus, il ne parait pas avoir eu l'idée que cette démonstration fût nécessaire. Il n'aurait d'ailleurs pas pu la donner, car, ainsi que nous le ferons voir plus loin, des parties peuvent avoir la propriété de transmettre les impressions sensitives, bien qu'elles ne possèdent pas la sensibilité.

Il est bien étrange que l'insensibilité de la substance grise ait paru à M. Longet une preuve de l'incapacité de cette substance à conduire les impressions sensitives, alors que lui-même admettait que le cervelet, bien qu'insensible, conduit cependant les impressions sensitives.

Des deux ordres de faits que M. Longet rapporte pour prouver que les cordons postérieurs servent seuls, dans la moelle épinière, à la transmission des impressions sensitives, les uns (les faits expérimentaux) ne sont donc capables de rien démontrer à cet égard. Quant aux autres (les faits pathologiques), nous allons montrer qu'ils ne peuvent pas servir davantage à la démonstration de son opinion.

Sur six cas d'altérations des cordons postérieurs rapportés par M. Longet, il en est un qui est tout à fait contraire à sa théorie, puisque la sensibilité était conservée, bien que les cordons postérieurs fussent altérés assez profondément. Des cinq autres faits, il en est quatre dans lesquels les racines postérieures étaient altérées en même temps que les cordons postérieurs : or l'altération des racines suffisait pour produire la perte de sensibilité, et, conséquemment, ces cas ne pouvaient rien prouver quant à la question qui nous occupe. Dans le cinquième cas, il n'est pas fait mention de l'état des racines postérieures ; mais, comme l'altération des cordons postérieurs occupait toute leur largeur, au dos et aux lombes, il y a lieu de croire que les racines étaient altérées, sinon à l'extérieur de la moelle, au moins dans la moelle même.

Nous avons rassemblé un grand nombre de cas d'altérations considérables des cordons postérieurs de la moelle épinière, dans lesquels la transmission des impressions sensitives a continué à se faire. Nous publierons ces faits dans un mémoire spécial.

L'anatomie est aussi contraire que la pathologie à la théorie que nous combattons. Elle nous enseigne que les cordons postérieurs se continuent avec les corps restiformes, lesquels se portent en majeure partie

au cervelet. Or, si les impressions sensitives passent uniquement par les cordons postérieurs et les corps restiformes pour monter jusqu'au centre de perception, il en résulte nécessairement qu'une grande partie des impressions arrive au cervelet. Qu'y deviennent-elles? Ou elles s'y arrêtent, et alors le cervelet est un centre de perception, ou elles passent à travers le cervelet et en sortent pour se porter au centre percepteur, Ces deux manières de voir, dont l'une a été soutenue par M. Foville et l'autre par M. Longet, sont également contredites par les vivisections et les faits pathologiques, qui montrent que la sensibilité peut rester entière, sinon même être exagérée, alors que le cervelet est détruit ou extirpé en majeure partie, ou même en totalité.

L'anatomie nous enseigne que les cordons postérieurs de la moelle, chez l'homme, ont à peu près les mêmes dimensions transversales depuis le renflement lombaire jusqu'auprès de la moelle allongée. Or, si les cordons postérieurs étaient les seules voies de transmission des impressions sensitives, et que cette transmission s'opérât par des fibres, ainsi que M. Longet le suppose, le nombre des fibres devrait être de plus en plus grand à mesure qu'on examine la moelle plus près de l'encéphale.

La forme des cordons postérieurs devait donc être celle d'un cône ayant sa base à la moelle allongée et sa pointe au fil terminal de la moelle. Nous savons que l'on pourrait dire qu'il en est peut-être ainsi, en réalité, pour les fibres qui transmettent les impressions, dans les cordons postérieurs, et que si l'on trouve ces cordons aussi larges au renflement lombaire qu'à la région cervicale, cela vient de ce que des fibres autres que celles-là existent dans les cordons postérieurs, et que leur nombre va croissant de la moelle allongée au renflement lombaire. Mais c'est là une pure hypothèse, et tant qu'on n'aura pas, au moins, donné quelque apparence de preuve pour la soutenir, on sera fondé à croire que ce que l'on sait des dimensions transversales des cordons postérieurs est contraire à la théorie de M. Longet.

L'anatomie comparée est encore plus contraire à cette théorie que l'anatomie humaine, ainsi que je l'ai déjà montré dans un mémoire lu à l'Académie des sciences en 1847. Elle enseigne, entre autres faits importants, celui-ci, qui est tout à fait en opposition avec la théorie, à savoir que, chez beaucoup d'animaux, les dimensions transversales des cordons postérieurs à la région cervicale, sont inférieures à celles de ces cordons au renflement lombaire.

L'anatomie de structure ne nous a pas encore enseigné d'une manière positive ce que deviennent les racines des nerfs, malgré les recherches de Hannover, de Stilling, d'Eigenbrodt, de Kolliker, de Blattmann, de R. Wagner, de Lockhart Clarke, de Schilling, de M. Gratiolet, de Owsjannikow, de Schrœder van der Kolk, de Bidder, de Remak et de Kupffer. L'extrême variété des opinions, à cet égard, provient surtout de l'impossibilité de suivre les fibres nerveuses à l'aide des instruments que nous possédons maintenant. De plus, la plupart des micrographes, ne prévoyant pas que les fibres des racines peuvent descendre dans la moelle (fait anatomique que mes expériences physiologiques conduisent à faire admettre), ont très-probablement considéré comme des fibres ascendantes des fibres descendantes. Trois opinions ont été émises et soutenues avec passion par quelques-uns des micrographes que nous venons de nommer. Les uns affirment que la majorité des fibres des racines postérieures se portent directement aux cordons postérieurs et aux cordons latéraux de la moelle ; d'autres affirment que le nombre des fibres de ces racines allant directement à ces cordons, est peu considérable ; enfin, d'autres encore affirment qu'il n'y a pas de fibre de ces racines qui aille directement à ces cordons. Mais, quoi qu'il en soit de ces divergences, il semble résulter d'une manière positive, des recherches de la plupart des anatomistes que nous avons nommés, qu'au moins un grand nombre de fibres des racines postérieures se portent directement à la substance grise.

Ainsi donc, l'anatomie humaine, l'anatomie comparée et l'anatomie de structure nous fournissent des faits contraires à l'opinion qui considère les cordons postérieurs comme la seule voie des impressions sensitives.

Nous allons voir que les résultats des vivisections sont encore beaucoup plus contraires à cette opinion que ne l'est l'anatomie.

Mais, avant d'exposer les détails de nos principales expériences, nous tenons à dire que lorsque nous parlons de la transmission des impressions sensitives dans la moelle jusqu'à l'encéphale, nous n'entendons pas dire que les impressions, pour être perçues et pour donner lieu à des déterminations volontaires, doivent nécessairement monter jusqu'à l'encéphale. C'est là une question que, plus que toute autre, nous ne voudrions pas trancher par une pure assertion. Tout ce que nous prétendons dire, c'est seulement que, pour qu'une impression arrive jusqu'à l'encéphale, elle doit suivre un certain trajet que nous

essayons de déterminer. Nous ne prétendons pas dire, qu'arrivée à la moelle, l'impression n'y est pas perçue, et que les mouvements réflexes ne soient pas des mouvements volontaires. Nous répétons que c'est là une question à débattre, ce que nous ne voulons pas faire ici. Mais, de quelle manière que cette question soit décidée, il n'en est pas moins certain que pour qu'une impression sensitive soit connue de la partie du sensorium ayant son siége dans l'encéphale (si la totalité du sensorium n'y siége pas), il faut qu'il y ait communication par certaines parties de la moelle entre l'encéphale et la partie du tronc ou des membres sur laquelle l'impression a été faite, et ce que nous cherchons, c'est uniquement par quelle partie de la moelle se fait cette communication.

Un exemple fera mieux comprendre notre pensée : Un homme reçoit un coup d'épée qui lui coupe transversalement la moitié latérale droite de la moelle épinière au niveau de la troisième vertèbre dorsale ; toute communication est interrompue entre son encéphale et certaines parties de son corps. La partie du sensorium qui siége dans l'encéphale, en supposant qu'il y en ait une autre ailleurs, n'est plus en communication avec le membre inférieur gauche, et les impressions faites sur ce membre restent absolument inconnues de cette partie encéphalique du sensorium : l'homme, questionné, répond qu'il ne sent pas. Les mouvements dans les deux membres postérieurs ont lieu cependant, mais sans le concours de l'encéphale, quand on chatouille la plante du pied gauche. Si l'on veut considérer ces mouvements comme volontaires, ils dépendent d'une volonté autre que celle qui siége dans l'encéphale, laquelle dispose de la parole et s'en sert pour nous déclarer qu'elle n'a pas ordonné les mouvements qui ont eu lieu. Cette volonté encéphalique est incapable de mouvoir le membre inférieur droit : la communication est donc interrompue entre l'encéphale et les muscles de ce membre. Par là, nous voyons que l'encéphale doit être en communication avec les diverses parties du corps, par certaines parties de la moelle, pour que le sensorium et la volonté, qui y siégent, puissent communiquer avec ces parties. Il résulte de là que quelle que soit la théorie qu'on adopte : que l'on admette la localisation absolue de la volonté et du sensorium dans l'encéphale ou que l'on place le siége de ces facultés à la fois dans l'encéphale et dans la moelle épinière, il n'en est pas moins nécessaire de chercher par quelles parties de la moelle les communications s'établissent entre l'encéphale et

les diverses parties du corps. Ainsi donc, quand nous parlons de la voie de transmission des impressions sensitives dans la moelle épinière, nous entendons parler seulement de la voie par laquelle la communication s'établit le long de la moelle entre l'encéphale et la partie du corps qui a reçu l'impression.

Nous allons d'abord rapporter une série d'expériences montrant que la transmission des impressions sensitives ne s'opère pas exclusivement par les cordons postérieurs.

Exp. I. — La moelle épinière est mise à nu sur un gros chien, à la hauteur des dernières vertèbres dorsales ou des premières lombaires. Après avoir constaté que la sensibilité de l'animal est partout au degré normal, nous coupons transversalement les cordons postérieurs. Quelques minutes après, nous cherchons quel est l'état de la sensibilité dans le train postérieur de l'animal comparé au train antérieur. A l'aide de différents moyens de causer de la douleur, dont nous parlerons tout à l'heure, nous constatons que la sensibilité générale paraît manifestement plus grande dans le train postérieur que dans le train antérieur, et que, de plus, le train postérieur paraît bien plus sensible qu'à l'état normal. Au bout de quelques heures et surtout de vingt-quatre heures, cette hypéresthésie paraît encore plus vive.

Nous sacrifions l'animal, et l'autopsie montre que les cordons postérieurs ont été divisés dans toute leur épaisseur.

Cette expérience est facile à faire, et elle donne toujours les mêmes résultats. Nous l'avons faite chez le chien, le chat, le mouton, la marmotte, l'opossum (*didelphys virginiana*), le lapin, le cobaye, le loir, le rat, et aussi chez nombre d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de poissons. Chez tous ces animaux nous avons constamment observé que les parties du corps situées en arrière d'une section transversale complète des cordons postérieurs paraissent avoir plus de sensibilité qu'à l'état normal.

Ainsi, dans toute la série des vertébrés, le même phénomène existe après la section des cordons postérieurs : nous montrerons, dans un autre mémoire, qu'il en est de même chez l'homme.

Nombre d'expérimentateurs, tels que Bellingeri, Schœps, Rolando, M. Calmeil, Stilling, Eigenbrodt, avaient vu que la section transversale des cordons postérieurs peut être suivie de la persistance plus ou moins complète de la sensibilité, dans les parties du corps situées en arrière de la section. J'ai trouvé et publié, il y a déjà longtemps, que non-seulement la sensibilité n'est pas perdue, mais qu'elle paraît exa-

gérée. Fodéra (1) avait déjà remarqué l'existence de l'hyperesthésie, mais comme dans d'autres cas il avait trouvé, au contraire, de l'anesthésie, il n'avait pas conclu et ne pouvait pas conclure que l'hyperesthésie suit toujours la section des cordons postérieurs.

Nous avons constaté que non-seulement après la section transversale de ces cordons, à l'endroit indiqué dans l'expérience que nous venons de rapporter, mais dans toute autre région de la moelle épinière, au cou, au dos, comme aux lombes, toujours les parties du corps situées en arrière de la section paraissent être dans un état notable d'hyperesthésie. Nous pouvons ajouter que plusieurs mois et même une ou deux années après l'opération, sur des cochons d'Inde, nous avons vu persister l'hyperesthésie. Mais nous devons dire qu'elle est alors moindre que quelques heures ou quelques jours après l'opération.

Nous croyons être en droit de conclure de cette expérience que si les cordons postérieurs de la moelle épinière servent à la transmission des impressions sensitives, il est au moins certain qu'ils ne sont pas les seuls conducteurs de ces impressions.

Avant de rapporter d'autres expériences sur la voie de transmission des impressions sensitives, nous croyons nécessaire de dire quelle est l'espèce d'impressions sensitives dont nous nous occupons et comment nous jugeons de l'état de la sensibilité. Il est évident que, dans des expériences faites sur des animaux, nous ne pouvons guère constater que les modifications de la sensibilité à la douleur. Quant à la sensibilité tactile, et à la sensibilité au froid et à la chaleur, nous ne pouvons pas savoir si elles subissent des changements par suite de la section des cordons postérieurs de la moelle épinière. Nous savons seulement que quelquefois il suffit de toucher la peau des membres postérieurs d'un animal sur lequel ces cordons sont coupés en travers, à la région dorsale, pour que l'animal essaye de fuir ; mais l'exagération de la sensibilité à la douleur paraît si grande quelquefois qu'il est possible que l'animal n'ait pas éprouvé alors une sensation tactile, mais bien une sensation douloureuse. Quant au froid et à la chaleur, ils causent de la douleur lorsqu'ils sont à un certain degré, de sorte que s'il y a de l'agitation lorsqu'on touche la patte d'un animal avec de la glace, par exemple, nous ne pouvons pas conclure de là qu'il a eu la perception d'un changement de température.

---

(1) JOURN. DE PHYSIOL., expér. de M. Magendie, vol. III, p. 197-202.

Ce n'est donc qu'en étudiant ce qui a lieu chez l'homme que l'on pourra savoir si les différentes espèces de sensibilité persistent après la section des cordons postérieurs. Dans plusieurs cas déjà, on a noté, comme persistant alors, la sensibilité au toucher, au chatouillement, au froid et à la chaleur, en outre de la sensibilité à la douleur. Mais les détails manquent à cet égard ; dans ces observations et dans un grand nombre d'autres cas d'altération des cordons postérieurs, rien n'est dit au sujet des diverses espèces de sensibilité. Espérons qu'à l'avenir les malades atteints d'une affection quelconque de la moelle épinière seront examinés avec plus de soin.

Ne pouvant connaître chez les animaux que la sensibilité à la douleur, nous avons cherché, au moins, à bien reconnaître et son existence et son degré d'énergie. Quant à son existence, elle se décèle d'une manière qui ne peut laisser de doutes par les cris, l'agitation générale, les mouvements quelquefois comme convulsifs du cou et de la tête, l'anhélation ou au moins une augmentation de vitesse de la respiration, et, enfin, par les efforts que fait l'animal pour fuir ou pour mordre. Quant au degré de la sensibilité, on le mesure par l'intensité et surtout par la durée de ces manifestations de douleur. Il est des animaux chez lesquels ces signes peuvent donner, d'une manière très-précise, l'indication du degré de la sensibilité. Tels sont les moutons, les chiens, les cobayes, etc. D'autres, et surtout les chats, sont si sensibles que, pour pouvoir constater des différences dans le degré de leur sensibilité, il faut ne les exciter que très-faiblement. C'est chez le cobaye (1) que l'on peut le mieux connaître le degré de la sensibilité.

Les moyens de causer de la douleur sont très-nombreux : on peut les diviser en mécaniques, physiques et chimiques. Parmi les premiers, un des meilleurs et le plus simple assurément, c'est le pincement de la peau avec l'ongle. Chez les petits animaux, ce moyen, même seul, pourrait suffire. Les autres moyens mécaniques, tels que la piqûre, la coupure, la compression à l'aide d'une pince ou autrement, suffisent aussi, en général ; mais quand on désire employer des moyens capables de causer de très-vives douleurs, il faut avoir recours aux moyens physiques, à savoir, au froid, à la chaleur et au galvanisme.

Le froid, employé comme nous allons le dire, est capable de produire

(1) C'est le cochon d'Inde (cavia cobaya) que l'on persiste à appeler *cabiai*, bien qu'il y ait de notables différences entre ces deux animaux.

une douleur des plus violentes. Supposons que nous cherchions quel est le degré de sensibilité de la patte d'un chien. Nous la plongeons dans de l'eau à *zéro* (contenant de la glace fondante); au bout d'une demi-minute, sinon plus tôt, l'animal s'agite de partout, cherche à fuir et crie. Au bout d'une minute ou d'une minute et demie, tous ces signes de douleur ont acquis une intensité très-grande. Nous retirons alors la patte de l'eau et nous tenons compte de la durée des signes de douleur à partir de ce moment. Quand l'animal est devenu tout à fait calme, nous faisons comparativement la même expérience sur une autre patte. Nous pouvons ainsi connaître assez bien le degré de sensibilité avant et après la section des cordons postérieurs de la moelle. L'application d'un fer chauffé au rouge brun est aussi un bon moyen de juger du degré de sensibilité d'une partie du corps; mais malheureusement alors la douleur dure trop longtemps. Par le galvanisme, on peut juger assez bien de la sensibilité des muscles et de la peau. Pour les muscles, c'est le meilleur moyen, à cause de la douleur qui accompagne toute contraction violente.

Parmi les moyens chimiques, la cautérisation, soit avec la pierre infernale, soit avec les acides minéraux concentrés, peut aussi servir à nous déceler le degré de sensibilité d'une partie du corps; mais ces moyens d'excitation ne valent pas les précédents.

Nous avons employé tous ces moyens d'excitation chez les différents animaux dont nous avons donné la liste, et nous avons eu soin dans tous les cas de comparer l'action de ces excitations sur différentes parties du corps, avant toute opération et après la mise à nu de la moelle épinière, et enfin aprés la section transversale des cordons postérieurs de cet organe. Par tous ces moyens d'excitation, nous avons toujours constaté que la section des cordons postérieurs, loin d'être suivie de la perte ou d'une diminution de la sensibilité des parties du corps situées en arrière de la section, paraît au contraire suivie d'une exagération notable de la sensibilité de ces parties.

Une autre méthode pour déceler le degré de la sensibilité nous a conduit au même résultat. Cette méthode consiste à chercher quelle est la partie du corps qui est la dernière à perdre sa sensibilité chez les animaux que l'on fait mourir d'hémorrhagie ou que l'on rend insensibles par le chloroforme, après leur avoir coupé une partie de la moelle épinière en travers. C'est surtout en faisant usage du chloroforme qu'on obtient des résultats décisifs. Sur un animal ayant eu les cordons pos-

térieurs de la moelle coupés transversalement à la hauteur d'une des dernières vertèbres dorsales, on constate aisément que le train postérieur ne perd la sensibilité que quelque temps après que le train antérieur est devenu tout à fait insensible, d'où il semble rationnel de conclure que la sensibilité était plus considérable dans le train postérieur que dans l'antérieur.

Quand on fait la section transversale des cordons postérieurs de la moelle épinière, il est impossible de ne pas léser les parties qui entourent ces cordons. Certes, que ces parties soient lésées ou non, cela ne peut rien changer à la conclusion que nous sommes conduit à tirer des résultats de l'expérience, à savoir que les cordons postérieurs ne sont pas la seule voie de transmission des impressions sensitives, dans la moelle épinière; car, pour avoir le droit de tirer cette conclusion, ce qui est essentiel c'est qu'aucune partie des cordons postérieurs n'échappe à la section. Mais pouvons-nous conclure de cette expérience que l'hyperesthésie des parties situées en arrière de la section dépend de ce que les cordons postérieurs ont été coupés? Certainement non, cette conclusion ne serait pas légitime, car l'hyperesthésie pourrait être due aussi, soit à la lésion des parties qui entourent les cordons postérieurs, soit à l'exposition de la substance grise au contact de l'air. Dans un mémoire spécial, nous examinerons tout ce qui a rapport à l'hyperesthésie après les blessures de la moelle ; nous dirons ici seulement que la section d'une partie des fibres des cordons postérieurs suffit pour produire de l'hyperesthésie.

On pourrait penser qu'en voulant ne couper que les cordons postérieurs, nous ne pouvons réussir à les couper entièrement, et que, conséquemment, les résultats de notre expérience à l'égard de la transmission des impressions sensitives, ne peuvent pas démontrer ce que nous en avons conclu. A cela nous dirons que, pour être sûr de couper la totalité des cordons postérieurs, nous coupons toujours ou presque toujours une portion assez considérable des parties voisines. L'expérience suivante lève évidemment toutes les difficultés à cet égard.

Exp. II. — On introduit un ténaculum dans la moelle épinière d'un chien, au niveau de la douzième vertèbre dorsale, et on le fait traverser cet organe à partir du tiers supérieur du cordon latéral d'un côté jusqu'au tiers supérieur de l'autre cordon latéral, et de manière que la concavité de l'instrument regarde en haut. On coupe ensuite transversalement, à l'aide d'un bistouri, toute

la partie de la moelle qui est en arrière du ténaculum, de telle sorte que les cordons postérieurs en totalité, et, de plus, une partie des cordons latéraux et les cornes grises postérieures, soient coupés en travers. Nous constatons alors que la sensibilité des membres postérieurs paraît plus vive qu'à l'état normal et plus vive que celle de la face et des membres antérieurs. Si nous cherchons alors quel est l'état de la sensibilité des deux surfaces de section de la moelle, nous trouvons : 1° qu'elles sont moins sensibles que ne paraissent l'être les cordons postérieurs avant d'avoir été coupés ; 2° que la surface inférieure paraît plus sensible que la surface supérieure (1). De plus, si l'on examine quel est le degré de sensibilité des cordons, ou mieux, des racines postérieures à 2 ou 3 centimètres en avant de la section, on trouve qu'il est à peu près comme à l'état normal, tandis qu'à la même distance, en arrière de la section, les cordons et les racines postérieurs paraissent être dans un état d'hyperesthésie extrême.

Dans cette expérience, il ne reste et ne peut rien rester des cordons postérieurs, et pourtant nous trouvons que la sensibilité des membres postérieurs, loin d'être perdue, paraît être exagérée. Si donc les cordons postérieurs servent à la transmission des impressions sensitives, il est certain, au moins, qu'on s'est trompé en soutenant qu'ils y servent seuls. De plus, les autres faits constatés dans cette expérience, à savoir, plus de sensibilité en arrière qu'en avant de la section dans les cordons et les racines postérieurs, et moins de sensibilité qu'à l'état normal dans les racines immédiatement en avant de la section, — tous ces faits sont éminemment contraires à la théorie soutenue par M. Longet.

En se fondant sur ce que, bien que diminuée, la sensibilité persiste dans les cordons postérieurs, à la surface supérieure d'une section transversale, on pourrait soutenir qu'au moins en partie la théorie de M. Longet reste vraie. Il résulte de ce fait, effectivement, que les cor-

(1) Il importe de dire que, pour que cette expérience donne des résultats très-nets, il faut que la section soit faite juste entre les origines de deux paires de nerfs, de manière qu'en essayant d'irriter les surfaces de section, on irrite les racines postérieures de ces paires de nerfs. Cela est important, parce que, ainsi que nous l'avons trouvé récemment, certaines parties des cordons postérieurs paraissent n'être que peu sensibles ou même ne pas l'être, et si l'on cause des douleurs vives en les piquant dans certains points, c'est surtout, sinon uniquement, parce qu'on pique ou tiraille les racines postérieures ou leur continuation dans la moelle épinière.

dons postérieurs contiennent des fibres sensitives, transmettant vers l'encéphale les impressions qu'on leur fait subir; mais ces fibres restent-elles dans les cordons postérieurs jusqu'à l'encéphale, comme le veut la théorie que nous critiquons, ou sortent-elles de ces cordons pour se porter dans une autre partie de la moelle? L'expérience suivante montre que c'est cette dernière manière de voir qui est exacte.

Exp. III. — Nous coupons les cordons postérieurs transversalement sur un cochon d'Inde, au niveau de la dernière vertèbre dorsale; puis nous nous assurons qu'en piquant la surface supérieure de la section, l'animal éprouve de la douleur. Alors nous faisons une nouvelle section des cordons postérieurs au niveau de la deuxième vertèbre cervicale, et nous constatons de nouveau que la piqûre de la surface supérieure de la première section cause de la douleur. Il paraît même y avoir plus de douleur que dans la première expérience.

Ce fait est décisif contre la théorie de M. Longet : le suivant ne l'est pas moins.

Exp. IV. — Les cordons postérieurs sont coupés transversalement au niveau du bec du calamus, sur un gros lapin. Cela fait, on constate qu'on peut piquer profondément presque toutes les parties des corps restiformes (c'est-à-dire la continuation des cordons postérieurs dans la moelle allongée), sans qu'il y ait trace de douleur. Au contraire, la piqûre des cordons postérieurs immédiatement en arrière de la section est excessivement douloureuse, surtout lorsqu'en les piquant on atteint les racines de la première paire des nerfs rachidiens. De plus, si l'on examine l'état de la sensibilité dans les quatre membres et dans la peau du tronc, on y constate une exagération notable de cette propriété vitale.

Certes, si les cordons postérieurs avaient seuls, dans la moelle épinière, la propriété et la fonction de transmettre les impressions sensitives, l'expérience que nous venons de rapporter donnerait des résultats tout différents de ceux qu'elle nous a donnés.

Pour établir que les corps restiformes, ces continuateurs des cordons postérieurs, sont les seules parties du bulbe rachidien par lesquelles les impressions se transmettent à l'encéphale, M. Longet (1) s'appuie sur les faits suivants :

1° On ne rencontre que des nerfs de sensibilité (le glosso-pharyngien,

---

(1) Traité de physiol., 1850, t. II B., p. 209.

le pneumo-gastrique et la grosse racine du trijumeau) sur les corps restiformes.

2° Les corps restiformes sont la seule partie sensible du bulbe.

Quant au premier fait, il ne nous apprend rien, si ce n'est que les nerfs en question naissent *au voisinage* des corps restiformes. De plus, les belles recherches de Stilling (1) et celles de MM. Vulpian et Philipeaux démontrent clairement l'inexactitude de cette donnée de Charles Bell, soutenue par M. Longet, que les nerfs crâniens moteurs naissent sur la continuité dans l'encéphale des faisceaux ou cordons antérieurs de la moelle épinière, et que les nerfs crâniens sensitifs naissent sur le prolongement, dans l'encéphale, des faisceaux ou cordons postérieurs de la moelle épinière. Nous pourrions ajouter que deux, au moins, des trois nerfs qui s'insèrent près des corps restiformes, sont moteurs en même temps que sensitifs.

Quant au second fait, à savoir, que les corps restiformes sont très-sensibles, il ne prouverait pas, fût-il vrai, que ces organes sont la voie unique des impressions sensitives venues des membres et du tronc. Pour prouver cette théorie, il faudrait montrer qu'après la section transversale des corps restiformes, la transmission des impressions sensitives faites sur le tronc et les membres ne s'opère plus. Or, non-seulement elle s'opère, mais elle ne semble en rien diminuée, puisque la sensibilité paraît alors exagérée. De plus, la sensibilité du bulbe rachidien n'est pas ce qu'on en a dit. Dans un autre travail, relatif à la sensibilité des diverses parties de l'encéphale, nous donnerons les détails de nos recherches à l'égard du bulbe rachidien. Nous nous bornerons à dire ici que, sur un animal vivant, on peut piquer, avec de grosses aiguilles, et même faire traverser de part en part, non-seulement les corps restiformes, mais la plus grande partie du plancher du quatrième ventricule, sans qu'il y ait de traces de douleur. Nous devons prévenir, cependant, qu'en faisant cette expérience, il est nécessaire de ne pas ébranler le bulbe et de ne pas tirailler les racines des nerfs qui en naissent. Un fait remarquable à plusieurs égards, et que m'ont appris ces expériences, c'est que la racine bulbaire du trijumeau paraît perdre sa sensibilité à une certaine distance de l'endroit où elle entre dans la moelle allongée. On sait que cette racine descend dans le bulbe, au-dessous du corps restiforme et va se perdre au voisinage du

(1) Ueber den Bau des Hirnknotens. In-folio, 1846.

bec du calamus. Eh bien! quand on enfonce une aiguille d'arrière en avant de manière à la faire passer successivement à travers le corps restiforme, la racine bulbaire du trijumeau et la partie antérieure du bulbe, à peu près au milieu de la longueur de ces parties, il n'y a pas d'apparences de douleur. On voit quelquefois de légers mouvements des yeux et d'une des oreilles; mais l'animal ne s'agite et ne crie pas. Au contraire, ainsi que tout le monde le sait, le plus léger attouchement du nerf trijumeau à sa sortie de l'encéphale suffit pour faire crier l'animal.

De tout cela il résulte : 1° que les corps restiformes, s'ils sont sensibles, ne le sont qu'à un très-faible degré; 2° qu'ils ne sont pas, comme on l'a dit, les seules voies de transmission à l'encéphale, des impressions sensitives venues du tronc et des membres.

Jusqu'ici nous avons essayé de montrer que, lorsque la transmission ne peut plus se faire par les cordons postérieurs, les impressions sensitives continuent néanmoins d'être transmises par la moelle épinière jusqu'à l'encéphale. Nous allons montrer maintenant que la transmission des impressions sensitives peut ne plus avoir lieu, bien que les cordons postérieurs restent intacts.

Exp. V. — La moelle épinière est mise à nu, dans toute la région lombaire, sur un jeune chien. On s'assure que la sensibilité persiste dans le train postérieur, puis on coupe longitudinalement la moelle épinière, dans toute l'étendue du renflement lombaire, de manière à séparer, en deux moitiés latérales égales, toute la partie de la moelle qui donne des nerfs aux membres postérieurs. On trouve alors que la sensibilité est perdue dans ces membres, où les mouvements volontaires continuent d'exister, mais affaiblis.

Voilà donc une expérience dans laquelle les cordons postérieurs restent intacts, et pourtant nous voyons la sensibilité perdue dans les membres postérieurs : ce n'est donc pas par les cordons postérieurs que les impressions se transmettent, puisqu'alors la transmission n'a plus lieu.

L'expérience suivante conduit à la même conclusion.

Exp. VI. — On coupe transversalement, sur un chien, toute la moelle épinière, excepté les cordons postérieurs, au niveau de la dixième vertèbre dorsale. On constate alors que l'on peut piquer, couper, écraser, galvaniser, brûler, faire congeler les membres postérieurs sans que l'animal donne des signes de douleur.

La transmission des impressions sensitives faites sur ces membres ne s'opère donc pas par les cordons postérieurs.

Des divergences nombreuses existent parmi les physiologistes qui ont fait cette expérience. Van Deen (1) dit avoir constaté que la sensibilité persiste, mais affaiblie, dans les parties qui sont en arrière de la section. M. Schiff (2) affirme aussi que la sensibilité persiste dans ces parties.

Au contraire Stilling (3) déclare de la manière la plus positive que la sensibilité de ces parties est alors tout à fait perdue. MM. Vulpian et Philipeaux ont obtenu le même résultat que Stilling et, comme lui, ils croient que l'on a pris des mouvements réflexes pour des signes de douleur. Il existe une autre cause d'erreur, c'est la présence d'une petite quantité de substance grise adhérant encore aux cordons postérieurs. Nous avons trouvé que lors même qu'il ne reste que très-peu de cette substance avec les cordons postérieurs, la sensibilité après quelque temps revient, mais très-faible, dans les membres postérieurs.

M. Schiff affirme qu'après la section transversale de toute la moelle épinière, excepté les cordons postérieurs, on trouve que tous les points des cordons postérieurs, ainsi que toutes les racines postérieures, en arrière de la section, possèdent une sensibilité très-distincte. Nous avons vu qu'à partir de la section jusqu'à environ 4 ou 5 centim. en arrière d'elle, sur des chiens, il y a encore de la sensibilité dans les cordons et les racines postérieurs; mais plus loin, il n'y en a plus. La partie de la peau qui reçoit ses fibres sensitives des deux ou trois premières paires de nerfs en arrière de la section est encore sensible (4).

---

(1) Traités et découvertes sur la physiologie de la moelle épinière. Leyde, 1841. P. 73-75 et 185.

(2) Gaz. Méd. de Paris, 1854, p. 334.

(3) Untersuchungen ueber die Functionen des Rueckenmarks und der Nerven, 1842, p. 181-183.

(4) Il existe dans ces expériences une cause d'erreur que M. Schiff, malgré son talent d'observation, n'a pas su reconnaître. Lorsqu'on pique les cordons postérieurs, en arrière d'une section complète ou incomplète de là moelle épinière, il se produit des mouvements très-violents dans toutes les parties qui reçoivent leurs nerfs de la portion de moelle séparée, entièrement ou partiellement, du reste du centre cérébro-rachidien; ces mouvements secouent les parties antérieures du corps, et quelquefois l'animal effrayé crie

Nous essayerons d'expliquer ailleurs la persistance de la sensibilité en arrière et dans le voisinage de la section transversale de toute la moelle épinière, moins les cordons postérieurs. Nous ne voulons ici insister que sur ce résultat capital que les membres postérieurs perdent leur sensibilité quand cette section est faite à la région dorsale. Or les cordons postérieurs sont alors intacts, et pourtant la transmission à l'encéphale des impressions sensitives, faites sur les membres postérieurs, ne s'opère plus; les cordons postérieurs n'ont donc pas la fonction qu'on leur a attribuée.

Ainsi donc, d'une part, nos exp. I, II, III et IV montrent que lorsque les cordons postérieurs sont coupés en travers, la transmission des impressions sensitives s'opère très-bien; et, d'une autre part, nos exp. V et VI montrent que bien que les cordons postérieurs soient intacts la transmission des impressions sensitives ne s'opère plus. Il semble donc que ce n'est pas par les cordons postérieurs que s'opère la transmission des impressions sensitives, ou du moins que les impressions ne se transmettent pas, comme on l'a dit, le long de ces cordons jusqu'à l'encéphale.

Mais si ce n'est pas par les cordons postérieurs que s'opère la transmission des impressions sensitives, quelle est donc la partie de la moelle chargée de cette fonction? Charles Bell, dans les dernières années de sa vie, l'a attribuée aux cordons latéraux, et cette opinion de l'illustre biologiste anglais, après avoir été complétement négligée pendant vingt ans, a trouvé récemment de l'appui en Allemagne. M. Ludwig Türck a émis l'opinion que la transmission des impressions sensitives pour la moitié droite du corps se fait par le cordon latéral gauche et *vice versâ* (1).

Les vivisections paraissent quelquefois conduire à cette opinion. Quand on coupe le cordon latéral droit, on trouve la sensibilité exagérée en arrière de la section et à droite, et on la trouve diminuée en

---

ou cherche à fuir, bien qu'il n'ait pas éprouvé de douleur. Nous rappellerons à ce sujet que, contrairement aux idées reçues, nous avons montré depuis longtemps que l'excitation des cordons postérieurs de la moelle, dans une portion de cet organe séparée de l'encéphale, produit des mouvements beaucoup plus forts que l'excitation des cordons antérieurs.

(1) SITZUNGSBERICHTE DER MATH. NATURWISS. CLASSE DER K. AKAD. D. WISSENSCH. ZU WIEN, april 1851.

arrière et à gauche. Mais si l'on fait l'autopsie avec soin, on reconnaît que dans ce cas on a coupé non-seulement le cordon latéral, mais une partie de la substance grise centrale.

Au contraire, quand on réussit à couper un cordon latéral, sans léser la substance grise, on trouve la sensibilité exagérée du côté correspondant et en arrière de la section ; mais dans le côté opposé la sensibilité persiste, à peu près normale. S'il y a alors quelquefois un peu de diminution de sensibilité dans ce côté opposé à la section, cela paraît dépendre de ce que les vaisseaux sanguins y sont un peu plus contractés qu'à l'état normal, et de ce que conséquemment la quantité de sang qui y passe est diminuée.

Quand on a coupé les deux cordons latéraux à la région dorsale, en ayant eu soin de ne pas léser la substance grise centrale, on trouve que la sensibilité persiste dans les deux membres postérieurs, et que quelquefois même elle y semble exagérée. Ce n'est donc pas par les cordons latéraux que s'opère la transmission des impressions sensitives. Néanmoins, ainsi que nous le montrerons ailleurs, il semble qu'il y a des fibres sensitives des racines postérieures qui passent, dans une certaine longueur, par les cordons latéraux, de même qu'il y en a qui passent par les cordons postérieurs ; mais ces fibres sortent bientôt de ces divers cordons pour pénétrer dans la substance grise.

Les cordons antérieurs ne ressemblent pas, à cet égard, aux cordons latéraux et postérieurs ; ils ne servent en rien à la transmission des impressions sensitives. Quand on les a coupés en travers la sensibilité, loin d'être diminuée, paraît être augmentée dans les parties situées en arrière de la section.

Quand on a fait, vers la fin de la région dorsale de la moelle, la section transversale des deux cordons postérieurs en un point, celle des deux cordons latéraux en un autre point, et enfin celle des deux cordons antérieurs dans un autre endroit, on trouve que la sensibilité persiste dans les membres postérieurs ; mais que, en général, elle est alors un peu diminuée. Comme il est presque impossible de faire ces trois opérations sans léser un peu la substance grise centrale et sans couper les cornes grises, il est tout simple, comme on le verra tout à l'heure, qu'il y ait alors un peu de diminution de la sensibilité.

De l'ensemble des faits rapportés jusqu'ici, il paraît résulter, d'une manière positive, qu'aucune des parties blanches de la moelle ne pos-

sède la fonction de transmettre les impressions sensitives au centre de perception.

Par exclusion, nous arrivons donc à reconnaître que c'est la substance grise qui possède cette fonction. Mais des expériences directes conduisent aussi à la même conclusion.

Exp. VII. — Sur trois mammifères, nous mettons à nu la moelle épinière à la région dorsale. Sur l'un, nous coupons en travers les cordons postérieurs et la substance grise centrale en lésant, aussi peu que possible, les cordons antérieurs et latéraux. Sur un autre, nous coupons le cordon latéral d'un côté et la substance grise centrale. Sur un troisième, nous coupons en travers le cordon latéral d'un côté et les cordons antérieurs ainsi que la substance grise centrale. Chez ces trois animaux nous trouvons la sensibilité perdue dans les membres postérieurs. S'il en reste des traces, l'autopsie nous montre qu'une partie de la substance grise centrale a été épargnée (1).

Exp. VIII. — A l'aide d'un petit instrument spécial, nous avons pu réussir à détruire, dans une certaine étendue, la substance grise centrale de la moelle épinière à la région dorsale, sans léser beaucoup la substance blanche, et nous avons trouvé la sensibilité perdue dans les membres postérieurs.

Ainsi donc la substance grise de la moelle épinière paraît être la voie par laquelle les impressions sensitives sont transmises au sensorium.

D'autres expériences, que nous rapporterons dans un second mémoire, montrent, en outre, que les impressions sensitives, après leur arrivée à la moelle épinière, passent en partie, momentanément par les cordons postérieurs et probablement aussi par les cordons latéraux, mais qu'elles en sortent bientôt pour se porter à la substance grise par laquelle elles sont, en dernier lieu, transmises à l'encéphale (2).

Mais, dira-t-on, la substance grise de la moelle épinière n'est pas sensible; est-il donc bien prouvé qu'une partie insensible puisse

---

(1) Nous devons dire que peut-être la substance grise de la base des cornes postérieures sert un peu à la transmission des impressions sensitives. Mais la partie de la substance grise qui sert le plus à cette transmission est celle qui se trouve en arrière du canal central de la moelle et entre ce canal et les cordons latéraux.

(2) Nous n'entendons pas décider ici par quels éléments (fibres, cellules, etc.) de la substance grise centrale de la moelle épinière s'opère la transmission des impressions sensitives.

transmettre les impressions sensitives? Nous répondrons d'abord que les expériences que nous avons décrites dans ce mémoire ne peuvent pas laisser de doutes à cet égard. Elles montrent effectivement que la transmission des impressions sensitives s'opère lors même qu'il n'y a plus de communication, entre l'encéphale et certaines parties du corps, que par la substance grise centrale de la moelle épinière; elles montrent en outre que si cette substance grise centrale est coupée transversalement, quelle que soit la partie de la substance blanche qui ait été laissée intacte, la transmission ne s'opère plus pour les impressions sensitives faites sur presque toute l'étendue des parties situées en arrière de la section.

D'autres faits démontrent que la propriété d'être sensible, c'est-à dire la propriété de recevoir des excitations capables de donner lieu à des sensations, peut ne pas exister dans des parties capables cependant de transmettre les impressions sensitives provenant de parties sensibles. Il en est ainsi pour le cerveau et peut-être aussi pour le cervelet. Il en est ainsi, dans l'intérieur du bulbe rachidien, pour les fibres du nerf trijumeau, lesquelles, d'après nos expériences, paraissent être insensibles et néanmoins transmettent les impressions sensitives. De plus, certains ganglions des racines postérieures des nerfs rachidiens et les fibres qui les traversent, ainsi que nous l'avons découvert récemment, paraissent être insensibles (1). Déjà nous avions montré, dans un travail publié en Amérique (2), qu'une même fibre nerveuse paraît avoir des degrés très-différents de sensibilité dans différents points de sa longueur, tandis qu'elle semble avoir partout le même pouvoir de transmission. Il y a longtemps, du reste, que E. H. Weber, M. Belfield-Lefèvre et d'autres physiologistes ont montré que les impressions tactiles ne peuvent être reçues que par l'extrémité cutanée ou muqueuse des nerfs tactiles et nullement par les troncs de ces nerfs, qui cependant sont les voies de transmission de ces impressions.

La propriété de transmettre les impressions sensitives est donc dis-

---

(1) Du moins peut-on les piquer et même y enfoncer une grosse aiguille sans causer de douleur. C'est chez le lapin surtout et à la région dorsale que nous avons constaté ce fait. Ailleurs les ganglions rachidiens nous ont paru sensibles, mais moins que les nerfs.

(2) Voyez mon livre EXPERIMENTAL RESEARCHES APPLIED TO PHYSIOL. AND PATHOL. New-York, 1853, p. 98.

tincte et indépendante de la propriété de recèvoir ces impressions, c'est-à-dire d'être sensible (1).

CONCLUSIONS.

X Des faits et des raisonnements contenus dans ce mémoire, nous nous bornerons à tirer les conclusions suivantes :

1° Ce n'est pas par les cordons postérieurs de la moelle épinière, comme on l'admet généralement en France, que s'opère en dernier lieu la transmission à l'encéphale des impressions sensitives reçues par le tronc et les membres.

2° C'est par la substance grise de la moelle épinière et surtout par sa partie centrale, que cette transmission à l'encéphale s'opère en dernier lieu.

---

(1) Il en est de même de la propriété de recevoir des excitations et de la propriété de transmettre les excitations aux muscles dans les parties motrices du système nerveux. La substance grise de la moelle dans le voisinage des cornes antérieures et à la partie antérieure du canal central, a la propriété de transmission des excitations de la volonté aux racines motrices, mais elle n'a pas celle d'être excitable.

X From the facts and reasonings contained in this Memoir we draw the following ~~conclusions~~

1st It is not by the posterior columns of the spinal cord that the transmission to the Encephalon of sensitive impressions received by the trunk and limbs is effected in the last place.

2d. It is by the gray substance of the spinal marrow, and especially by its central part, that the transmission to the Encephalon is effected in the last pla[ce].

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA DISTRIBUTION

DES FIBRES DES RACINES POSTÉRIEURES

DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE

ET

SUR LA VOIE DE TRANSMISSION DES IMPRESSIONS SENSITIVES DANS CET ORGANE (1).

Dans deux mémoires (2) que nous avons eu l'honneur de lire récemment à l'Académie des sciences, nous avons essayé de montrer : 1° que la transmission des impressions sensitives se fait principalement, sinon entièrement, d'une manière croisée dans la moelle épinière, c'est-à-dire que les impressions venues de la moitié droite du corps sont transmises à l'encéphale par la moitié gauche de la moelle et *vice versâ ;* 2° que la transmission à l'encéphale s'opère en dernier lieu par la substance grise centrale de la moelle.

Nous venons aujourd'hui décrire de nouvelles expériences qui, en outre qu'elles confirment l'exactitude de ces deux conclusions, nous conduisent, relativement à l'organisation et aux fonctions de la moelle

---

(1) Un extrait de ce mémoire a été lu à l'Académie des sciences le 24 septembre dernier, et les résultats des expériences qui y sont décrites ont été exposés à la Société de biologie en mai, juin et juillet derniers.

(2) Une analyse du premier de ces mémoires se trouve dans la GAZETTE MÉDICALE, n° 31, p. 489, 1855. Le second mémoire a paru tout entier dans les nos 36, 37 et 38 de la GAZ. MÉD., en septembre dernier. C'est le mémoire qui précède celui-ci. (Voy. ci-devant, p. 3 à 27.)

épinière, à des résultats tout à fait nouveaux et qui nous semblent très-importants.

Nous avons déjà rapporté des expériences qui montrent qu'après que l'on a coupé en travers les deux cordons postérieurs, les surfaces de section restent sensibles. Ce fait paraît prouver, contrairement à ce que les physiologistes sont unanimes à admettre, qu'il peut y avoir transmission des impressions sensitives en deux directions opposées, dans les cordons postérieurs de la moelle épinière. Mais l'expérience suivante conduit, à cet égard, à des résultats bien plus positifs.

Exp. I. — Sur un chien, un chat ou un lapin adulte, nous coupons en travers les deux cordons postérieurs de la moelle épinière, à la partie inférieure de la région dorsale, puis nous disséquons ces cordons à partir de la surface de section, dans une longueur de 2 ou 3 centimètres. Nous obtenons ainsi deux lambeaux de cordon, se continuant avec le reste de la moelle, l'un par son extrémité supérieure, l'autre par son extrémité inférieure. La sensibilité persiste, mais affaiblie, dans ces deux lambeaux, et nous avons constaté un très-grand nombre de fois, depuis l'année 1852, où nous avons publié ce fait pour la première fois, que le lambeau inférieur paraît être plus sensible que le supérieur.

Nous faisions cette expérience un peu différemment il y a trois ans: nous prenions deux animaux de même espèce, et sur chacun d'eux nous ne faisions qu'un seul lambeau de cordons postérieurs, adhérent à la moelle, sur l'un par son extrémité inférieure, et sur l'autre par son extrémité supérieure. En comparant la sensibilité de l'un de ces lambeaux à celle de l'autre, nous trouvions, comme dans l'expérience précédente, que celui qui se continuait avec la moelle par son extrémité inférieure paraissait plus sensible que l'autre (1).

Si on taille des lambeaux comprenant non-seulement les cordons postérieurs, mais aussi une partie des cordons latéraux et les cornes grises postérieures, on trouve la sensibilité bien plus vive alors dans les deux lambeaux que dans le cas où les lambeaux ne se composent que des cordons postérieurs.

La longueur des lambeaux a aussi une grande influence sur le degré

---

(1) Voyez Boston med. and surgical journal, n° 16, 1852, p. 334. Mon élève et ami le docteur Lolliot a communiqué en mon nom les résultats de cette expérience à la Société de biologie, en avril 1853. Voyez les Comptes rendus de cette Société, 1853, p. 41, et la Gaz. Méd. de Paris, 1853, p. 430.

de leur sensibilité; plus ils sont courts plus ils sont sensibles, et quand leur longueur dépasse 4 ou 5 centimètres, à peine sont-ils sensibles près de leur bout libre.

Il est clair que la transmission des impressions faites sur le bout libre d'un lambeau de cordon postérieur qui se continue avec la moelle par son extrémité inférieure, n'est et ne peut-être que centrifuge; et, comme dans les cordons postérieurs la transmission ne peut être opérée que par des fibres, puisque c'est le seul élément nerveux qu'on y trouve, il en résulte que *des fibres capables de transmettre les impressions sensitives dans une direction centrifuge, existent dans les cordons postérieurs de la moelle épinière.* Les expériences suivantes montrent que ces fibres à transmission centrifuge ne font que passer dans les cordons postérieurs et qu'elles en sortent, après un court trajet, pour pénétrer dans la substance grise.

Exp. II. — Nous coupons en travers les cordons postérieurs à la hauteur de la dixième vertèbre dorsale, et nous disséquons un lambeau de ces cordons, en arrière de la section et dans une longueur de 2 à 3 centimètres. Cela fait, nous nous assurons que ce lambeau, qui tient encore à la moelle par son extrémité inférieure, est encore sensible. Nous coupons ensuite en travers les deux cordons postérieurs, à 1 centimètre en arrière de l'endroit où le lambeau se continue avec le reste de la moelle, et nous trouvons alors que le lambeau a perdu toute ou presque toute sa sensibilité.

Si au lieu de faire la seconde section à 1 centimètre nous la faisons à 5 centimètres ou à une plus grande distance en arrière de l'endroit où le lambeau se continue avec le reste de la moelle, nous trouvons que la sensibilité se conserve dans le lambeau. Dans ce dernier cas, les fibres à transmission centrifuge ont quitté les cordons postérieurs pour se porter dans une autre partie de la moelle, puisque la section de ces cordons ne les atteint pas. Au contraire, dans le premier cas, la section atteint ces fibres, et la transmission ne se fait plus ou presque plus, parce qu'elles sont toutes ou presque toutes coupées.

Les fibres du lambeau dont il est question dans l'expérience précédente quittent donc les cordons postérieurs après un certain trajet. Où vont-elles? Les faits suivants montrent que c'est dans la substance grise centrale.

Exp. III. — Si sur trois animaux, après avoir taillé un lambeau de cordons postérieurs, adhérant au reste de la moelle par son extrémité inférieure, nous coupons en travers, sur l'un les cordons latéraux, sur un autre les cordons antérieurs et sur le troisième la substance grise, à environ 4 ou 5 cen-

timètres en avant du lambeau, nous trouvons que la sensibilité se perd dans le lambeau chez ce dernier animal, tandis qu'elle se conserve chez les deux autres. De plus, si sur ces deux animaux nous coupons en travers la substance grise centrale, au niveau de l'endroit où le lambeau se continue avec le reste de la moelle, ce lambeau perd sa sensibilité.

C'est donc dans la substance grise centrale que se portent les fibres descendantes ou à transmission centrifuge des cordons postérieurs.

Des expériences analogues aux précédentes montrent que dans les lambeaux de cordons postérieurs adhérant à la moelle par leur extrémité supérieure, les fibres ascendantes ou à transmission centripète quittent aussi bientôt les cordons postérieurs pour pénétrer dans la substance grise centrale.

Ces expériences semblent donc nous autoriser à admettre :

1° Qu'il y a deux espèces de fibres sensitives dans les cordons postérieurs, les unes ascendantes ou à transmission centripète, les autres descendantes ou à transmission centrifuge ;

2° Que dans les cordons postérieurs, ou bien les fibres descendantes sont plus nombreuses que les fibres ascendantes, ou bien les fibres descendantes sont capables, dans certaines circonstances, de donner lieu à plus de douleur que les fibres ascendantes ;

3° Que les fibres ascendantes ainsi que les descendantes ne font que passer par les cordons postérieurs, et qu'elles en sortent, après un court trajet, pour pénétrer dans la substance grise centrale.

Nous allons essayer de montrer maintenant qu'un nombre assez considérable de ces fibres ascendantes et descendantes viennent des racines postérieures (1).

Exp. IV. — Nous coupons en travers la moitié latérale droite de la moelle épinière, à la hauteur de la première vertèbre lombaire, puis nous fendons longitudinalement la moelle dans une étendue de 2 centimètres sur son plan médian antéro-postérieur, en arrière de la section transversale, à partir d'elle

---

(1) Nous nous proposons d'examiner ailleurs (dans un livre qui sera bientôt publié) plusieurs autres questions importantes relativement aux fibres des cordons postérieurs. Parmi ces questions, les suivantes ont surtout attiré notre attention : toutes les fibres des cordons postérieurs servent-elles à la transmission des impressions sensitives ? Y a-t-il en réalité des fibres à transmission centrifuge, ou bien ne sont-ce pas les mêmes fibres qui transmettent indifféremment dans telle ou telle direction ?

et à angle droit avec elle. Nous obtenons ainsi une petite portion de moelle, se continuant avec le reste de cet organe par son extrémité inférieure. La section transversale ayant été faite juste en avant des racines postérieures d'un des nerfs rachidiens, nous trouvons que ces racines, ainsi que la face postérieure de la petite portion de moelle séparée du reste de cet organe, conservent de la sensibilité. Il est facile de montrer que le cordon postérieur droit (derrière la section transversale) est, dans ces conditions, la principale voie de transmission des impressions qui viennent des racines postérieures insérées sur cette portion de moelle. Pour cela, en arrière d'elles et à la distance d'un centimètre de l'endroit où s'arrête la section longitudinale, nous coupons en travers le cordon postérieur droit. Nous trouvons alors que ces racines, ainsi que la portion du cordon postérieur droit intermédiaire aux deux sections transversales, ont perdu toute leur sensibilité ou à bien peu près.

Si au lieu de faire la section du cordon postérieur droit à 1 centimètre en arrière de l'endroit indiqué, nous la faisons à 6 centimètres en arrière de cet endroit, nous trouvons que les racines s'insérant sur la petite portion de moelle séparée du reste de cet organe conservent leur sensibilité, de même que la partie du cordon postérieur droit qui appartient à cette portion de moelle.

Ces expériences montrent donc que dans les cordons postérieurs les fibres descendantes ou à transmission centrifuge viennent en partie des racines postérieures. Des expériences analogues, que nous n'avons pas besoin de décrire, montrent qu'il en est de même pour les fibres ascendantes ou à transmission centrifuge.

Les racines postérieures, dès leur arrivée dans la moelle, paraissent donc envoyer d'emblée dans les cordons postérieurs des fibres, dont les unes montent vers l'encéphale et les autres suivent la direction opposée. Mais ces fibres quittent bientôt les cordons postérieurs pour pénétrer dans la substance grise centrale de la moelle, et, de plus, elles vont du cordon postérieur droit à la moitié gauche de la substance grise, comme le montrent les expériences suivantes.

Exp. V. — Sur un premier lapin nous préparons une portion de la moelle épinière comme dans l'exp. IV, et sur un second, en faisant une préparation analogue, au lieu de faire la section longitudinale *en arrière*, nous la faisons *en avant* de la section transversale, de manière que l'impression, lorsqu'on irrite les racines postérieures qui s'insèrent sur la petite portion de moelle séparée du reste de cet organe, soit transmise chez le premier lapin par les fibres descendantes et chez le second par les fibres ascendantes. Si c'est *à droite* que nous avons fait cette préparation, nous coupons *à gauche* le cor-

don postérieur à la distance de 5 centimètres en avant de l'endroit où la préparation indiquée a été faite. Alors en irritant les racines postérieures qui s'insèrent sur la petite portion de moelle en partie séparée du reste de cet organe, nous les trouvons encore sensibles ; mais si à l'endroit où le cordon postérieur *gauche* est coupé, nous coupons aussi en travers la moitié latérale gauche de la substance grise centrale, les racines indiquées perdent leur sensibilité.

Il semble donc certain que les racines postérieures envoient aux cordons postérieurs, dans deux directions différentes, des fibres, qui ne tardent pas à en sortir pour se porter dans la substance grise centrale, dans la moitié latérale opposée à celle d'où elles viennent.

Les expériences suivantes paraissent aussi montrer qu'il y a un assez grand nombre de fibres qui, venues des racines postérieures, se portent dans les cordons postérieurs, dans deux directions opposées.

Exp. VI. — Nous coupons en travers les cordons postérieurs en deux endroits, de manière à ne comprendre que les racines postérieures d'une paire de nerfs entre les deux sections. Ces racines, ainsi que la portion des cordons postérieurs comprise entre les sections, semblent alors avoir perdu complétement leur sensibilité. Si les deux sections comprennent entre elles deux paires de nerfs, la sensibilité persiste dans les racines et dans les portions de cordons postérieurs intermédiaires aux deux sections, mais elle y est diminuée d'une manière assez notable. Plus les sections sont faites loin l'une de l'autre, plus la sensibilité est vive dans les racines et les cordons postérieurs dans la partie intermédiaire des sections.

Exp. VII. — Sur un cochon d'Inde, jeune mais vigoureux, nous coupons en travers les cordons postérieurs, au niveau de la troisième vertèbre lombaire, puis dans trois endroits différents, entre cette première section et l'extrémité caudale de la moelle, en ayant soin, autant que possible, de ne pas couper les racines postérieures. La sensibilité après la première section est exagérée dans toutes les parties des membres abdominaux et des cordons et racines postérieurs, en arrière de la section. Mais elle disparaît complétement dans plusieurs de ces parties et presque complétement dans les autres après les trois dernières sections.

Exp. VIII. — Sur un cochon d'Inde ou un chat, nous coupons en travers les cordons postérieurs, au niveau de la troisième vertèbre cervicale ; la sensibilité s'augmente partout, dans les membres, le tronc, les cordons et les racines postérieurs, en arrière de la section. Nous coupons ensuite les cordons postérieurs au niveau de la dernière vertèbre dorsale ; la sensibilité semble s'augmenter encore partout, mais surtout dans les membres abdomi-

naux et dans les racines et les cordons postérieurs, en arrière de cette dernière section.

Celles de ces expériences dans lesquelles, après deux sections faites près l'une de l'autre, la sensibilité a été diminuée ou perdue dans les racines postérieures intermédiaires, paraissent démontrer que les fibres de ces racines se rendent en assez grand nombre aux cordons postérieurs; les autres expériences dans lesquelles, après deux sections faites loin l'une de l'autre, la sensibilité a été conservée à un degré très-notable dans les racines postérieures intermédiaires, paraissent démontrer que les fibres des racines qui passent par les cordons postérieurs, en sortent après un certain trajet. De plus, des expériences, qu'il est inutile de rapporter ici, montrent que c'est dans la substance grise que ces fibres se portent quand elles quittent les cordons postérieurs.

Comme il est impossible de ne pas couper au moins une petite partie des cornes grises postérieures et de la substance grise centrale, quand on coupe en travers la totalité des fibres des cordons postérieurs, on pourrait objecter que les expériences que nous venons de décrire ne prouvent pas positivement que les fibres des racines postérieures se rendent dans les cordons postérieurs. On pourrait dire que les fibres coupées, quand on fait les deux sections très-près l'une de l'autre, sont des fibres passant par les petites parties de substance grise qui ont été coupées. L'expérience suivante répond à cette objection.

Exp. IX.— Sur un cochon d'Inde ou un chat, nous coupons en travers et en deux endroits, à peu près les deux tiers des cordons postérieurs, en ayant soin d'éviter de léser la substance grise, soit des cornes, soit du centre de la moelle. Les deux sections ayant été faites à environ 2 centimètres l'une de l'autre, nous trouvons que les racines postérieures qui s'attachent au segment intermédiaire aux sections, ont perdu une partie de leur sensibilité, mais qu'il leur en reste cependant bien plus que si la section avait atteint la totalité des fibres des cordons postérieurs et en même temps une partie de la substance grise d'alentour.

De cette expérience, il semble résulter positivement que les racines postérieures envoient un certain nombre de leurs fibres dans les cordons postérieurs. Nous chercherons plus loin si quelques-unes des fibres venant des racines ne se propagent pas aussi par des fibres ascendantes et descendantes dans les cornes grises postérieures.

Les surfaces de section d'un segment de cordons postérieurs, résultant de deux sections transversales de ces cordons, paraissent toujours différer l'une de l'autre par leur degré de sensibilité. C'est la surface supérieure qui paraît avoir le plus de sensibilité.

Dans l'expérience qui consiste à couper transversalement les cordons postérieurs en deux endroits, très-près l'un de l'autre, on obtient un très-curieux résultat. Nous voulons parler de l'hyperesthésie qui existe partout en arrière de la section inférieure. On voit alors que des trois segments qui résultent des deux sections des cordons postérieurs, l'antérieur ou céphalique a une sensibilité normale, le moyen une très-faible sensibilité, et le postérieur ou caudal une sensibilité exagérée. Il en est ainsi pour ce segment caudal, dans tous les cas, excepté cependant lorsque la section a été faite près de l'extrémité caudale de la moelle. Il faut ajouter que l'hyperesthésie dans ce segment inférieur ou caudal est d'autant plus grande que ce segment est plus considérable.

L'état de la sensibilité des cordons postérieurs dans un segment intermédiaire à deux sections transversales est en rapport direct avec l'état de la sensibilité des racines qui s'insèrent sur ce segment et avec celui des parties du corps qui reçoivent leurs fibres sensitives de ces racines postérieures, c'est-à-dire que, quand la sensibilité des cordons diminue ou augmente dans une certaine proportion, il y a une diminution ou une augmentation correspondante dans les racines et les parties du corps auxquelles elles envoient leurs fibres (1).

---

(1) Nous avons souvent parlé, dans ce mémoire et dans le précédent, de la sensibilité des cordons postérieurs, sans émettre de doutes sur l'existence de cette propriété vitale dans cette partie de la moelle. Nous avons agi ainsi afin d'éviter de rendre encore plus compliquée l'exposition, déjà très-difficile, de plusieurs des expériences que nous avons décrites. Nous croyons cependant devoir indiquer ici, au moins sommairement, les particularités suivantes. Les fibres des racines postérieures qui pénètrent dans les cordons postérieurs et qui montent ou descendent dans ces cordons paraissent y perdre bientôt, en partie au moins, leur sensibilité. Il en est pour elles à peu près comme pour les fibres de la racine bulbaire du nerf trijumeau, lesquelles paraissent perdre leur sensibilité peu après leur entrée dans la moelle allongée. Les corps restiformes, qui sont la continuation, en apparence au moins, des cordons postérieurs de la moelle épinière, sont si peu sensibles qu'on peut y enfoncer de grosses aiguilles sans causer de douleur. Les fibres des racines postérieures

Si les fibres des racines postérieures se portent, en partie, ainsi que nous avons essayé de le montrer dans les cordons postérieurs, nous devons trouver, après avoir coupé en travers toute la moelle épinière, excepté les cordons postérieurs, que la sensibilité persiste en arrière de la section, dans une certaine étendue, dans les cordons et les racines postérieurs. C'est effectivement ce que l'on trouve, ainsi que nous l'avons rapporté dans notre précédent mémoire (1). Dans cette expérience, les racines postérieures des deux ou trois paires de nerfs qui sont immédiatement en arrière de la section, restent sensibles par celles de leurs fibres qui passent par les cordons postérieurs. Il n'en est pas de même des fibres des racines plus éloignées de la section (en arrière d'elle) : leur sensibilité est perdue, parce que celles de leurs fibres qui passent par les cordons postérieurs ont déjà quitté ces cordons et ont pénétré dans la substance grise en arrière de la section. L'expérience suivante montre que les fibres des racines postérieures qui passent des cordons postérieurs à peu de distance en arrière de la section, quittent ces cordons à peu de distance en avant.

Exp. X. — Sur un chat ou un chien, après la section transversale de toute la moelle épinière, excepté les cordons postérieurs, au niveau de la dixième vertèbre dorsale, nous nous assurons que la sensibilité persiste dans les cordons postérieurs, dans l'étendue de quelques centimètres en arrière de la section, et nous constatons aussi que les racines postérieures des deux ou trois paires de nerfs qui sont immédiatement derrière la section restent sensibles. Alors, en avant de cette section, à la distance d'un centimètre, sur un animal, et de 5 ou 6 centimètres sur un autre, nous coupons en travers les cordons postérieurs, et nous trouvons que, chez le premier animal, la sensibilité est perdue, tandis qu'elle est conservée chez le second en arrière de la première section. De plus, chez ce second animal, la sensibilité se perd si, à l'endroit où nous avons coupé les cordons postérieurs, nous coupons aussi transversalement la substance grise centrale.

De cette expérience, comme de plusieurs des précédentes, il semble donc résulter clairement que les fibres des racines postérieures se portent en partie aux cordons postérieurs, mais qu'elles ne font que passer dans ces cordons, d'où elles se rendent à la substance grise cen-

---

qui pénètrent dans les cordons latéraux y perdent presque aussitôt leur sensibilité.

(1) Gaz. Méd., 1855, p. 593.

trale. Il est probable que certaines fibres des racines postérieures se comportent dans les cornes grises comme celles qui vont aux cordons postérieurs, c'est-à-dire qu'après avoir pénétré dans ces cornes, ces fibres paraissent y être ascendantes ou descendantes, et s'enfoncent après un court trajet dans la substance grise centrale. C'est du moins ce qu'il semble rationnel de conclure des expériences suivantes.

EXP. XI. — En avant et en arrière des racines postérieures d'une paire de nerfs, nous enfonçons sur les cornes grises postérieures, perpendiculairement à l'axe longitudinal de la moelle, une aiguille plate et à double tranchant, de manière à couper transversalement ces cornes grises. Nous trouvons ensuite que les racines postérieures intermédiaires aux quatre piqûres faites sur ces cornes ont perdu une assez notable partie de leur sensibilité.

EXP. XII. — Nous coupons en travers, au niveau et en avant de la dernière paire dorsale, la plupart des fibres des cordons postérieurs, en ménageant autant que possible la substance grise environnante; puis nous faisons la même opération derrière la seconde paire lombaire, de manière à comprendre trois paires de nerfs entre les deux sections. Cela fait, nous trouvons que la sensibilité persiste encore assez vive dans les racines postérieures intermédiaires aux sections. Si alors nous élargissons latéralement les deux sections de manière à couper les fibres des cordons postérieurs laissées intactes, ainsi que les cornes grises postérieures, la sensibilité diminue d'une manière manifeste dans les mêmes racines. En outre, si nous ajoutons aux sections déjà faites celle d'une bonne partie des cordons latéraux, nous trouvons que ces racines perdent encore davantage de leur sensibilité.

Il suit, de ces diverses expériences, que les cornes grises postérieures, ainsi que les cordons latéraux (au moins leur partie postérieure), paraissent être un lieu de passage pour un certain nombre des fibres des racines postérieures.

A l'égard des cordons latéraux, l'expérience suivante rend plus probable cette conclusion.

EXP. XIII. — En deux endroits, précisément en avant et en arrière des racines postérieures de trois paires de nerfs, nous coupons en travers la partie postérieure des cordons latéraux, en ayant soin de ménager, autant que possible, la substance grise centrale et les cornes postérieures, et nous trouvons qu'une diminution évidente, bien que peu considérable, existe dans la sensibilité des racines postérieures des trois paires de nerfs intermédiaires aux sections. La diminution de sensibilité est bien plus notable quand les deux sections, ou mieux, les quatre sections, sont faites de façon qu'il n'y ait qu'une paire de nerfs entre elles.

Les fibres des racines postérieures qui se rendent aux cordons latéraux, ainsi que celles qui se propagent dans les cornes grises, sont ascendantes ou descendantes comme celles qui vont aux cordons postérieurs. De plus, ces fibres des racines qui, pendant un certain trajet, se trouvent dans les cordons latéraux et les cornes postérieures, quittent bientôt ces parties pour pénetrer dans la substance grise centrale. Nous démontrons ces différents faits de la même manière, à l'égard des cornes postérieures et des cordons latéraux, que nous l'avons fait à l'égard des cordons postérieurs.

Il semble donc que, dans la moelle épinière, les racines postérieures se comportent à peu près comme la racine ganglionnaire du nerf trijumeau qui, comme on le sait, se divise dans la protubérance et le bulbe rachidien, en trois parties, dont deux, peu considérables, sont l'une ascendante, l'autre transversale, et dont la troisième (racine bulbaire), très-considérable, est descendante.

En terminant ce mémoire, nous croyons devoir, avant d'en exposer les conclusions, donner à leur égard une explication utile, sinon nécessaire. Il pourrait sembler étrange que nous tirions de phénomènes physiologiques des conséquences relatives à l'organisation anatomique de la moelle épinière. Cela est tout simple cependant. A l'aide du microscope, on ne peut guère que vérifier, à l'égard de la structure de la moelle, ce que des théories basées sur la physiologie et la pathologie nous enseignent comme devant exister. Ici ce n'est pas l'anatomie de l'organe qui nous conduit à connaître ses propriétés et ses fonctions, c'est l'étude des phénomènes physiologiques et pathologiques dont l'organe est le siége qui nous enseigne quelle est son organisation, ou qui nous montre du moins ce qu'il y a à chercher à l'aide des moyens dont dispose l'anatomie.

Il y a des données, parmi les conclusions que nous rapportons, qui nous semblent définitivement acquises à la science, et les micrographes n'auront plus, il nous semble, qu'à constater que la structure de la moelle épinière est en effet telle que l'enseignent les vivisections; mais il en est une qui est moins positive et sur laquelle nous appelons les recherches des anatomistes. Nous voulons parler d'une conclusion ayant pour objet le nombre relatif des fibres ascendantes et descendantes que les racines postérieures fournissent à la moelle épiniere. En disant que les fibres descendantes paraissent être plus nombreuses que les fibres ascendantes, nous entendons seulement dire que c'est là une manière de

se rendre compte des faits, et nous n'ignorons pas qu'il en existe deux autres qui ont peut-être tout autant de probabilité. Ainsi il est possible que ce soit une propriété des fibres descendantes d'être plus sensibles que les ascendantes, et s'il en est ainsi, il n'est pas nécessaire, pour s'expliquer les faits d'admettre qu'il y a plus de fibres descendantes que de fibres ascendantes. De plus, il est certain qu'il y a une cause particulière d'hyperesthésie dans toutes les parties du corps qui sont en arrière d'une section des cordons postérieurs, et conséquemment les fibres descendantes doivent donner lieu à plus de douleur que les ascendantes, dans les expériences que nous avons rapportées, puisque nous ne pouvons examiner les propriétés de ces fibres descendantes qu'après avoir coupé les cordons postérieurs ou l'un d'eux. Il est possible donc que, même en nombre inférieur, les fibres descendantes causent plus de douleur que les fibres ascendantes. Quoi qu'il en soit, du reste, à l'égard du nombre relatif de ces différentes fibres, un grand fait anatomique et physiologique ressort des expériences rapportées dans ce mémoire, c'est que les racines postérieures, comme la grosse racine du trijumeau dans le bulbe, envoient, dans la moelle épinière, des fibres sensitives descendantes ou à transmission centrifuge. L'anatomie décidera la question de *nombre;* quant à la question d'*existence* de ces fibres, l'anatomie a déjà confirmé ce que les vivisections enseignent si positivement. Nous avons vu, et des micrographes habiles ont vu comme nous, des fibres descendantes provenant des racines postérieures.

CONCLUSIONS.

Des faits et des raisonnements exposés dans ce mémoire, nous croyons pouvoir tirer les deux séries de conclusions qui suivent :

I. CONCLUSIONS RELATIVES A LA DISTRIBUTION DES FIBRES DES RACINES POSTÉRIEURES DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE.

1° Les fibres des racines postérieures paraissent se porter en partie aux cordons postérieurs, et probablement aussi, mais en plus petit nombre, aux cordons latéraux.

2° Les fibres des racines postérieures qui se rendent aux cordons postérieurs paraissent se porter en partie vers l'encéphale, en partie dans la direction opposée, de telle sorte que les unes sont ascendantes, les autres descendantes.

3° Les fibres des racines postérieures qui paraissent se rendre aux cordons latéraux semblent aussi se composer de deux séries, l'une de fibres ascendantes, l'autre de fibres descendantes.

4° Dans les cornes grises postérieures, il semble aussi y avoir des fibres ascendantes et des fibres descendantes, provenant des racines postérieures.

5° Dans les cordons postérieurs et latéraux, ainsi que dans les cornes grises postérieures, les fibres descendantes paraissent être plus nombreuses que les fibres ascendantes.

6° Les fibres ascendantes et descendantes provenant des racines postérieures paraissent quitter, après un court trajet, les cordons postérieurs et latéraux, ainsi que les cornes grises postérieures, pour pénétrer dans la substance grise centrale.

II. CONCLUSIONS RELATIVES A LA TRANSMISSION DES IMPRESSIONS SENSITIVES DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE.

1° A leur arrivée à la moelle épinière, les impressions sensitives passent par les cordons postérieurs, par les cornes grises postérieures, et probablement aussi par les cordons latéraux.

2° Dans ces différentes parties de la moelle, les impressions sensitives montent ou descendent, et, après un court trajet (vers l'encéphale ou dans la direction opposée), elles quittent ces parties pour entrer dans la substance grise centrale, dans laquelle ou par laquelle elles sont finalement transmises à l'encéphale (1).

---

(1) Dans un prochain mémoire, nous essayerons de montrer que la transmission des impressions sensitives à l'encéphale s'opère d'une manière beaucoup plus compliquée qu'on ne l'imagine.

FIN.

PLANCHE II.

FIG. 1. — Représente une coupe antéro-postérieure d'une moitié latérale de la moelle épinière. —*a*. Cordon postérieur.—*b*. Substance grise centrale.—*c*. Cordon antérieur.— *d*. Fibres sensitives qui vont d'un point de la substance grise centrale à un autre, en passant par le cordon postérieur. (Voy. p. 34 et 35.)

FIG. 2 — Représentation théorique de la voie de propagation des ordres de la volonte aux muscles. A droite, on voit des fibres venant de l'encephale et sortant de la moelle par les racines pour se porter directement aux muscles. A gauche se voit le mode de propagation de l'action nerveuse pour la production des mouvements volontaires, suivant une théorie nouvelle qui sera exposée dans un mémoire faisant suite à ceux qui précèdent.—*a*. Portion des fibres nerveuses se portant vers la périphérie, et *b*, portion de la même fibre revenant à la moelle. Les flèches indiquent la direction de l'action nerveuse.

FIG. 3. — Portion de moelle épinière, vue par sa face postérieure.—*a*, *a*. Cordons postérieurs. —*b*, *b*. Cordons latéraux.—*d*. Section transversale de toute la moelle épinière, excepté les cordons postérieurs. — *r*, *r*. Racines postérieures de la paire de nerfs immédiatement en arrière de la section.—*r'*, *r'*. Seconde paire de nerfs, et *r''*, *r''*, troisième paire de nerfs en arriere de la section.—C. Section transversale des cordons postérieurs. (Voy. EXP. VI, p. 21, 23, 1er mémoire, et EXP. X, p. 37, 2e mémoire.)

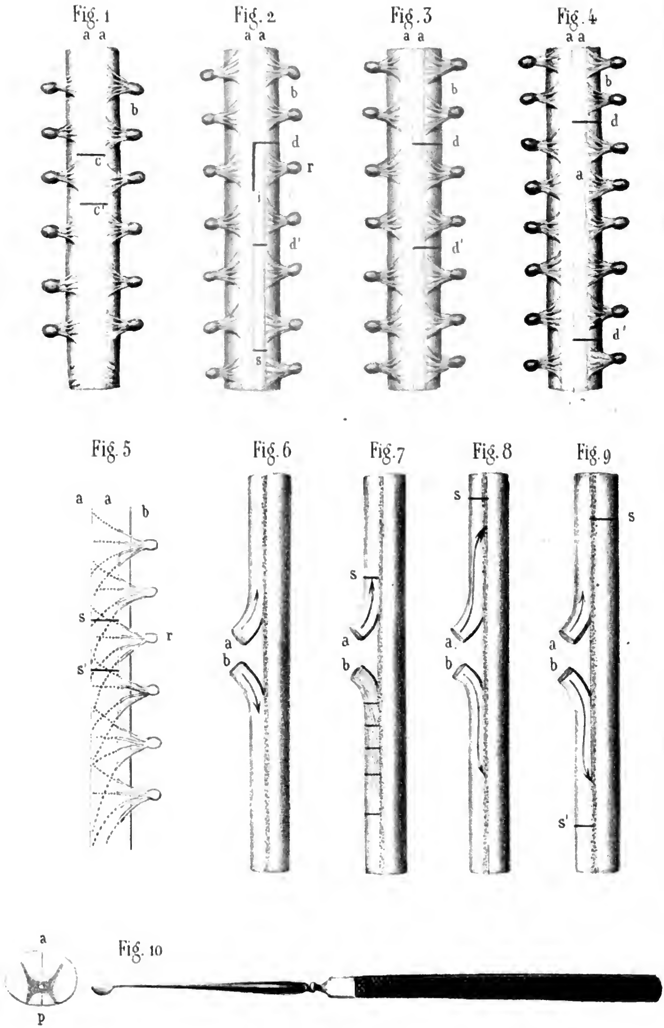
FIG. 4. — *c*. Axe central fictif de la moelle épinière.—*a*. Fibre des cordons postérieurs.— *s*. Section de cette fibre. Les flèches indiquent la marche de l'action nerveuse.

FIG. 5. — Cervelet et moelle allongée d'un lapin.—*a*. Cervelet.—*b*. Plancher du quatrième ventricule.—*c*. Section transversale du cordon postérieur et d'une partie du cordon latéral droit.—*d*, *d*. Racines du pneumo-gastrique, du glosso-pharyngien et du spinal.—*e*. Trapèze et nerf auditif.—*r*. Corps restiforme droit.—*t*. Grosse épingle enfoncée dans la moelle allongée et traversant le corps restiforme gauche, la racine bulbaire du nerf trijumeau et la pyramide antérieure gauche. — *v*. Le *v* gris du bec du calamus (nœud vital).—*p*. Racine postérieure de la première paire de nerfs. Les deux points noirs sur le corps restiforme gauche représentent des piqûres d'épingle. (Voy. p. 20 et 21.)

FIG. 6. — Représente la direction des fibres des racines postérieures d'une paire de nerfs spinaux et leur entre-croisement sur la ligne médiane de la moelle épinière.

FIG. 7. — Figure théorique, comme la figure 2, pour expliquer certaines expériences qui seront décrites dans un prochain mémoire.—S. Fibres sensitives de gauche se continuant dans la moitié droite de la moelle avec les fibres C qui en sortent, se portent dans divers organes et reviennent à la moelle par les fibres C'. Les flèches indiquent la direction de l'action nerveuse.

FIG. 8. — Figure empruntée à OWSJANNIKOW, représentant une section longitudinale de la moelle épinière du *petromyzon fluviatilis*. On voit les cellules de la substance grise donnant naissance chacune à cinq fibres nerveuses ; l'une *a* est ascendante et se porte dans le cordon postérieur, une autre *p* se porte transversalement vers une racine postérieure ; une troisième *d* est une fibre descendante ; une quatrième *m* est une fibre oblique se portant vers une racine antérieure ; une cinquième *t* est une fibre commissurale allant d'une cellule à une autre.



Léveillé lith

Imp. Lemercier, Paris

Fig. 1

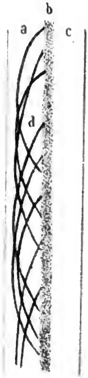


Fig. 2

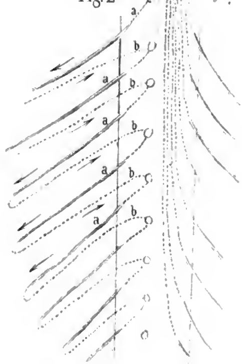


Fig. 3

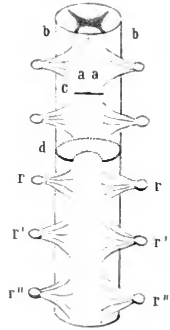


Fig. 4

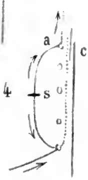


Fig. 5

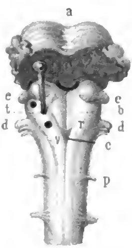


Fig. 6

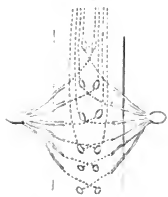


Fig. 7

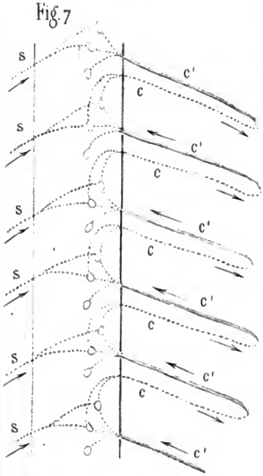
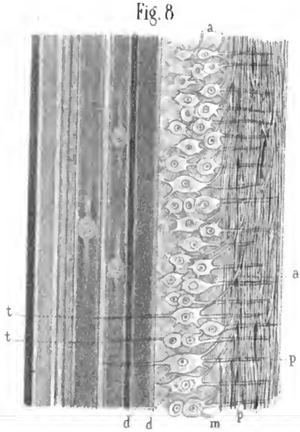


Fig. 8



Léveillé lith

Imp. Lemercier, Paris.